

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-261877

(43)Date of publication of application : 21.11.1991

(51)Int.Cl.

G01R 31/00

H02M 1/00

H02M 7/48

(21)Application number : 02-060321

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 12.03.1990

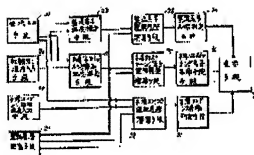
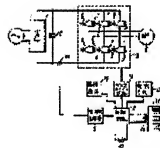
(72)Inventor : TANAKA KIYOTOSHI

(54) INVERTER APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a fault by estimating the life period of the rectifying element and the semiconductor switching element of inverter main circuit and displaying a part whose life period has expired.

CONSTITUTION: The junction temperature T_{Dj} of a rectifying element 2 is estimated from a current value I and the temperature difference THS of a radiating fin 11 based on the following formula by rectifying element temperature estimating means 23: $T_{Dj}=T_{Dj-c}+THS$. On the other hand, the junction temperature T_{Dj} of a rectifying element 1 changes with time by the operation and stop of an inverter apparatus. When the inverter apparatus is operated, T_{Dj} falls. A temperature difference ΔT_j is obtained by always monitoring thus changing T_{Dj} by the rectifying element temperature estimating means 23 whereby a life period is estimated. When a life has expired, display means 13 display that the life of the rectifying element 1 has expired.



⑫ 公開特許公報(A) 平3-261877

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)11月21日

G 01 R 31/00
H 02 M 1/00
7/48

A 7808-2G
Z 8325-5H
8730-5H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

⑥ 発明の名称 インバータ装置

② 特 願 平2-60321

② 出 願 平2(1990)3月12日

⑦ 発 明 者 田 中 清 俊 岐阜県中津川市駒場町1番3号 三菱電機株式会社中津川製作所内

⑦ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑦ 代 理 人 弁理士 大 岩 増 雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

インバータ装置

2. 特許請求の範囲

(1).インバータ主回路の整流素子、または半導体スイッチング素子のジャンクション温度を、電流入力手段、放熱フィン温度入力手段により入力した電流値及び放熱フィン温度により整流素子温度推定手段または半導体スイッチング素子温度推定手段により推定し、この推定したジャンクション温度にもとづき前記整流素子または半導体スイッチング素子の疲労の程度を、整流素子運転履歴演算手段または半導体スイッチング素子運転履歴演算手段によって推定し、各疲労の程度が所定値以上に達したか否かを整流素子寿命判定手段または半導体スイッチング素子寿命判定手段により判定し、疲労の程度が所定値以上に達した場合には寿命部品を表示手段で表示するように構成したことを特徴とするインバータ装置。

(2).インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度を、電流入力手段と平滑コンデンサ周囲温度の入力手段により入力した電流値、平滑コンデンサの周囲温度により平滑コンデンサ運転履歴演算手段により推定し、劣化の程度が所定値以上に達したか否かを平滑コンデンサ寿命判定手段により判定し、疲労の程度が所定値以上に達した場合には当該部品を表示手段で表示するように構成したことを特徴とするインバータ装置。

(3).インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度を、電流入力手段により入力した電流値、放熱フィン温度入力手段により入力した放熱フィン温度により推定した平滑コンデンサ周囲温度により平滑コンデンサ運転履歴演算手段により推定し、劣化の程度が所定値以上に達したか否かを平滑コンデンサ寿命判定手段により判定し、疲労の程度が所定値以上に達した場合には当該部品を表示手段で表示するように構成したことを特徴とするインバータ装置。

(4).疲労または劣化の程度を運転履歴記憶手段により停電時に記憶回路に転送し、通電時には記憶回路より復帰するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3に記載のインバータ装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、電動機の速度制御に用いられるインバータ装置のメンテナンスに関するものである。

[従来の技術]

インバータ装置は周知のように、インバータ主回路に整流素子、平滑コンデンサ、半導体スイッチング素子を備えている。このインバータ主回路の点検は、インバータの定期点検時に整流素子や半導体スイッチング素子の場合には各端子間の抵抗値をチェックすることで、また平滑コンデンサの場合には静電容量を測定することで行われ、これによりそれぞれ異常の有無が判定され、これに基づき部品交換等適当な処置

請求項1に係る発明のインバータ装置は、インバータ主回路の整流素子と半導体スイッチング素子の各ジャンクション温度を、電流値及び放熱フィン温度により推定する整流素子温度推定手段と半導体スイッチング素子温度推定手段、この推定したジャンクション温度にもとづき前記整流素子または半導体スイッチング素子の疲労の程度をそれぞれ推定する整流素子運転履歴演算手段と半導体スイッチング素子運転履歴演算手段、各疲労の程度が所定値以上に達したか否かをそれぞれ判定する整流素子寿命判定手段と半導体スイッチング素子寿命判定手段、疲労の程度が所定値以上に達した場合に寿命部品を表示する表示手段を備えたものである。

請求項2に係る発明のインバータ装置は、インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度を、電流入力手段と平滑コンデンサ周囲温度の入力手段により入力した電流値、平滑コンデンサの周囲温度により推定する平滑コンデンサ運転履歴演算手段、劣化の程度が所定値以上に達

が施されてきた。

[発明が解決しようとする課題]

インバータ主回路の整流素子、平滑コンデンサ、半導体スイッチング素子等の部品の寿命は、周囲温度と使用条件により大きく左右される。従って、これらの部品の劣化は或る時期より急速に進むことが多く、従来のような定期点検では部品の異常を発見できず、インバータ装置の故障にまで至ってしまう場合がある。また整流素子や半導体スイッチング素子の場合には、各端子間の抵抗値をチェックするだけでは異常や故障の判定はできないことが多い。

この発明はかかる従来の課題を解決するためになされたもので、インバータ主回路の整流素子、平滑コンデンサ、半導体スイッチング素子の寿命時期を推定し、寿命時期に達した部品を表示することができ、故障を未然に防ぐことのできるインバータ装置を提供することを目的とするものである。

[課題を解決するための手段]

したか否かを判定する平滑コンデンサ寿命判定手段、疲労の程度が所定値以上に達した場合に当該部品を表示する表示手段を備えたものである。

また請求項3に係る発明のインバータ装置は、インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度を、電流入力手段により入力した電流値、放熱フィン温度入力手段により入力した放熱フィン温度により推定した平滑コンデンサ周囲温度により推定する平滑コンデンサ運転履歴演算手段、劣化の程度が所定値以上に達したか否かを判定する平滑コンデンサ寿命判定手段、疲労の程度が所定値以上に達した場合に当該部品を表示する表示手段を備えたものである。

さらに請求項4に係る発明のインバータ装置は、特に部品の疲労または劣化の程度の状態を運転履歴記憶手段にて停電時に記憶回路に転送し、通電時に記憶回路より復帰する手段を備えたものである。

[作用]

請求項1に係る発明のインバータ装置においては、インバータ主回路の整流素子と半導体スイッチング素子の各ジャンクション温度が、電流入力手段、放熱フィン温度入力手段により入力した電流値及び放熱フィン温度により整流素子温度推定手段または半導体スイッチング素子温度推定手段により推定される。そしてこの推定されたジャンクション温度にもとづき前記整流素子または半導体スイッチング素子の疲労の程度が、整流素子運転履歴演算手段または半導体スイッチング素子運転履歴演算手段によって推定される。さらに各疲労の程度が所定値以上に達したか否かが整流素子寿命判定手段または半導体スイッチング素子寿命判定手段により判定され、疲労の程度が所定値以上に達した場合には寿命部品が表示手段で表示されることになる。従って、整流素子や半導体スイッチング素子のジャンクション温度の上昇、下降による熱疲労を監視でき、故障に至るまでに寿命であることが分かるようになる。

定値以上に達したか否かが平滑コンデンサ寿命判定手段により判定され、疲労の程度が所定値以上に達した場合は当該部品が表示手段で表示されることになる。従って、平滑コンデンサの温度等による劣化を監視でき、故障に至るまでに寿命であることが分かるようになる。

さらに請求項4に係る発明のインバータ装置においては、特に部品の疲労又は劣化の程度の状態が停電時には記憶回路に転送されるので、停電等があってもいままでの疲労した度合いのデータが消失されことなく保持され、通電時には疲労した度合いのデータを復帰させることができるようになる。

【実施例】

第1図から第8図までの各図はいずれもこの発明の一実施例を示し、その第1図はインバータ装置の回路構成図である。同図において、1は整流素子、2は平滑コンデンサ、3は半導体スイッチング素子で、これらによりインバータ装置の主回路が構成されている。半導体スイ

チング素子2に係る発明のインバータ装置においては、インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度が、電流入力手段と平滑コンデンサ周囲温度の入力手段により入力した電流値、平滑コンデンサの周囲温度により平滑コンデンサ運転履歴演算手段により推定される。そして推定された劣化の程度が所定値以上に達したか否かが平滑コンデンサ寿命判定手段により判定され、疲労の程度が所定値以上に達した場合は当該部品が表示手段で表示されることになる。従って、平滑コンデンサの温度等による劣化を監視でき、故障に至るまでに寿命であることが分かるようになる。

請求項3に係る発明のインバータ装置においては、インバータ主回路の平滑コンデンサの劣化の程度が、電流入力手段により入力した電流値、放熱フィン温度入力手段により入力した放熱フィン温度により推定した平滑コンデンサ周囲温度により平滑コンデンサ運転履歴演算手段により推定される。推定された劣化の程度が所

定値以上に達したか否かが平滑コンデンサ寿命判定手段により判定され、疲労の程度が所定値以上に達した場合は当該部品が表示手段で表示されることになる。従って、平滑コンデンサの温度等による劣化を監視でき、故障に至るまでに寿命であることが分かるようになる。

8はマイクロコンピュータ（以下マイコンと略称する）を含む制御回路で、半導体スイッチング素子3を駆動するベースドライブ回路9へ信号を送り、半導体スイッチング素子3を制御し、誘導電動機6を可変速運転させるとともに、電流検出回路7により主回路に流れる電流値を入力し、また温度検出素子110により放熱フ

イン11の温度を、温度検出素子112により平滑コンデンサ2の周囲温度をそれぞれ入力する。13は表示手段で、例えばLEDにより構成され、インバート装置の運転状態(例えば運転周波数など)を表示するとともに、寿命に達し交換を要する部品があればそれを表示する。14は停電時でも記憶されたデータが消失することのないように、例えばEEPROMで構成された不揮発性の記憶回路である。

第2図は制御回路8のマイコンに内蔵されたプログラムの寿命推定手段の構成図で、同図における23は整流素子温度推定手段である。これは電流検出回路7より電流入力手段20によって入力した電流値Iと、温度検出素子110より放熱フィン温度入力手段21によって入力した放熱フィン11の温度 T_{HS} より整流素子1のジャンクション温度 T_{DJ} を推定する。24は半導体スイッチング素子温度推定手段で、電流値Iと温度 T_{HS} より半導体スイッチング素子3のジャンクション温度 T_{DJ} を推定する。

運転履歴演算手段27、平滑コンデンサ運転履歴演算手段28で得られた結果と所定値との比較により、整流素子1、半導体スイッチング素子3、平滑コンデンサ2が寿命に達したかどうかを判定する。整流素子寿命判定手段29、半導体スイッチング素子寿命判定手段30、平滑コンデンサ寿命判定手段31の出力は、表示手段13に入力され、表示手段13は寿命に達した当該部品を表示する。

次に、動作について第3図と第4図のフローチャート及び第5図と第6図の各説明図により説明する。始めに整流素子1の寿命の判定について説明すると、整流素子1等の半導体素子は、素子に流れる電流による自己発熱による熱疲労により劣化し、素子の割れやダイボンドの割れ等が発生するため、所定の寿命があることが知られている。この寿命は、後述するように半導体材料やその構造が一定であれば自己発熱等による繰り返し回数とその温度差により推定できる。従って、この寿命を判定するためには整流

26は整流素子運転履歴演算手段、27は半導体スイッチング素子運転履歴演算手段、28は平滑コンデンサ運転履歴演算手段で、それぞれ整流素子1、半導体スイッチング素子3、平滑コンデンサ2の消耗の度合いを演算する。25は運転履歴記憶手段で、整流素子運転履歴演算手段26、半導体スイッチング素子運転履歴演算手段27、平滑コンデンサ運転履歴演算手段28で演算した結果を、例えば停電等の時でも消失することのないように記憶する。即ち、停電を検出したときには所定時間毎に演算した結果を記憶回路14に転送し、逆に通電時にはマイコンに記憶内容を復帰させる。29は整流素子1が寿命に達したか否かを判定する整流素子寿命判定手段、30は半導体スイッチング素子3が寿命に達したか否かを判定する半導体スイッチング素子寿命判定手段、31は平滑コンデンサ2が寿命に達したか否かを判定する平滑コンデンサ寿命判定手段で、それぞれ整流素子運転履歴演算手段26、半導体スイッチング素子

素子1のジャンクション温度を知る必要がある。整流素子1のジャンクション温度 T_{DJ} は、電流値I、放熱フィン11の温度 T_{HS} により整流素子温度推定手段23により次の計算式に基づいて推定する。

$$T_{DJ} = T_{DJ} - c + T_{HS}$$

ここで、 $T_{DJ} - c$ は整流素子1のジャンクションとケース間の温度差、 T_{HS} は放熱フィン11の温度、 c は整流素子1のジャンクションとケース間の熱抵抗、 P_D は整流素子1の損失、 V_D は整流素子1の順方向電圧、 I_D は整流素子1の推定電流、 I は検出電流である。また $I_D = I \cdot \text{定数}$ 、 $P_D = I_D \cdot V_D$ 、 $T_{DJ} - c = c \cdot P_D$ である。

一方、整流素子1のジャンクション温度 T_{DJ} は、インバート装置の運転、停止により時間とともに変化する。その様子を横軸に時間 t を、縦軸にジャンクション温度 T_{DJ} をとった第5図に示した。図より、インバート装置が運転しているときは、 T_{DJ} が上昇し、停止している

ときは T_{Dj} が下降する。つまり、インバータ装置が停止したとき T_{Dju} に達し、運転を再開したときに T_{Djl} に達し、以下 T_{Dju} 、 T_{Djl} と繰り返す。

このように変化する T_{Dj} を上記整流素子温度推定手段23により常に監視することによりその温度差 ΔT_j を求めこれにより寿命を推定する。

また半導体素子の熱疲労による寿命は、下記の式にて推定できることが知られている。

$$n^{1/2} \times D \times \Delta T = C$$

ここで、 n はサイクル寿命、 D は半田接合部の一辺の長さ、 ΔT は温度差、 C は定数である。上式より、 D 、 C は半導体の機種により決まる固有値であるので、 $k = (C/D^2)$ とすると、上式は $n = k \cdot \Delta T^2$ となる。

この実施例では、上式を用いて整流素子1が寿命に達したかどうかを判定するが、温度差 ΔT は使用方法、運転時間等により異なり常に一定値とは限らない。従って、過去の運転により

ップ43で過去の ΔnD の積算値 nDp に ΔnD を加えプログラムを終了する。ただし、このプログラムはメインプログラムのタスクとして常に繰り返して実行される。このようにして積算した nDp により整流素子寿命判定手段29により、 nDp が予め設定した所定値以上になり、寿命に達したかどうか判定し、寿命に達した場合は表示手段13により整流素子1が寿命であることを表示する。

次に半導体スイッチング素子3の寿命の判定について説明する。

半導体スイッチング素子3も整流素子1と同様に熱疲労により劣化し所定の寿命があり、整流素子1と同様な仕方でその寿命を判定することができるが、半導体スイッチング素子温度推定手段24は前述の整流素子温度推定手段23と異なっている。ここではこの半導体スイッチング素子温度推定手段24について説明し、半導体スイッチング素子運転履歴演算手段27、半導体スイッチング素子寿命判定手段30につ

て整流素子1がどの程度熱疲労を受けたか、つまり過去の運転履歴を記憶する必要がある。これを整流素子運転履歴演算手段26で行っている。この整流素子運転履歴演算手段26のプログラムの内容を第3図のフローチャートにより示した。即ち、半サイクルの熱疲労を基準温度差 ΔT_{Djs} のときの熱疲労サイクル回数に換算し、それを積算するようにしている。つまり、 $\Delta nD = (\Delta T_{Dj} / \Delta T_{Djs})^2 \cdot 1/2$ により計算した ΔnD を積算する。第3図のフローチャートにより説明すると、ステップ40で整流素子1のジャンクション温度 T_{Dj} が最大または最小に達したかを判断する。つまり、第5図の T_{Dju} か T_{Djl} の位置かどうかを判定する。この時、 T_{Dj} が最大または最小でなかったらプログラムを終了する。最大ならばステップ41に進み、

$$\Delta T_{Dj} = T_{Dju} - T_{Djl}$$

により ΔT_{Dj} を計算する。ステップ42では前述した計算式により、 ΔnD を算出し、ステ

いは整流素子1の場合と同様であるのでその説明を省略する。

半導体スイッチング素子3のジャンクション温度 T_{tj} は、電流値 I 、放熱フィン11の温度 T_{Hs} により半導体スイッチング素子温度推定手段24にて次の計算式により推定する。

$$T_{tj} = T_{tj-c} + T_{Hs}$$

ここで、 T_{tj-c} は半導体スイッチング素子3のジャンクションとケース間の温度差、 T_{Hs} は放熱フィン11の温度、 θ_{tj-c} は半導体スイッチング素子3のジャンクションとケース間の熱抵抗、 P_T は半導体スイッチング素子3の損失、 V_T は半導体スイッチング素子3のON電圧、 I_T は半導体スイッチング素子3の推定電流、 I は検出電流、 P_{tsw} は半導体スイッチング素子3のスイッチング損失である。また $I_T = I \cdot$ 定数、 $P_T = I_T \cdot V_T + P_{tsw}$ 、 $T_{tj-c} = \theta_{tj-c} \cdot P_T$ である。

次に、平滑コンデンサ2の寿命の判定について説明する。

インバータ装置の平滑コンデンサ2には、アルミニウム電解コンデンサが一般に使われている。このアルミニウム電解コンデンサ（以下電解コンデンサという）は電気化学的な作用を基に構成された部品であり、通常液体である電解液を用いていることから、電解液の消費や外部への飛散により特性が劣化し、寿命に至る。電解コンデンサの寿命に影響を与える主な要因は、温度とリップル電流であり、寿命とこれらの関係は次式となることが知られている。

$$t = t_s \cdot 2^{\frac{T_s - T}{10}} \cdot \frac{1}{B}$$

ここで、 t は温度 T のときの寿命時間、 t_s は温度 T_s のときの寿命時間、 B はリップル電流による加速係数で、この B は電解コンデンサの種類により決定される係数で、リップル電流の関数である。第6図は上記 B とリップル電流の関係を示した一例で、横軸はリップル電流 I_r と定格リップル電流 I_{rs} の比の2乗 $(I_r / I_{rs})^2$ で示し、縦軸は B の値を LOG 目盛りで表してある。

$$\Delta t_p = \frac{\Delta t \cdot B}{\frac{T_s - T}{10} \cdot 2}$$

第4図のフローチャートにより説明すると、ステップ44により B を計算する。 B は I_r を I より求めその I により第6図に示すような関係をプログラムにて得るように構成し求める。ステップ45で上式により Δt_p を計算する。ここで T は平滑コンデンサ周囲温度入力手段22により得られた値を用いる。ステップ46では過去の Δt_p の積算値 t_p に Δt_p を加えプログラムを終了する。このようにして、積算した t_p により、平滑コンデンサ寿命判定手段31により、 t_p が予め設定した所定値以上になって寿命に達したかどうかを判定し、寿命に達した場合には表示手段13により平滑コンデンサ2が寿命であることを表示する。

以上説明した中で、表示手段13によりどの部品が故障したのかを識別できるように表示し

この実施例の平滑コンデンサ2も電解コンデンサであり、平滑コンデンサ2の寿命は、上記計算式により計算できる。この計算式の中でリップル電流 I_r は、インバータ装置の電流値 I と強い相関があり、

$$I_r = I \cdot \text{定数により得られる。}$$

しかし、平滑コンデンサ2は、一定の周囲温度 T 、リップル電流 I_r で使用されることはないで、要素1等の場合のように過去どれ程劣化したかの運転履歴を記憶しておく必要がある。これを行っているのが平滑コンデンサ運転履歴演算手段28であり、そのプログラム内容を第4図にフローチャートで示した。このプログラムは所定時間 Δt 毎にメインプログラムのタスクとして実行され、 Δt を前記電解コンデンサの寿命計算式を変形した次式により基準温度 t_s のときの運転時間 Δt_p に換算し、それを積算するようにしている。

なければならないが、これは各部品に番号をつけて番号表示するようにするか、絵表示で表すとか、音声によるとか、インバータ装置にホストコンピュータを標準インターフェイス、例えばRS-232C等により接続しホストコンピュータの端末にて表示する等種々の方法がある。

次に第7図により本発明の他の実施例を説明する。第7図は制御回路8のマイコンに内蔵されたプログラムの寿命推定手段の構成図である。この実施例では、平滑コンデンサ2の温度を平滑コンデンサ周囲温度入力手段22によらず、平滑コンデンサ温度推定手段33により演算によって求めており、その他は前記の実施例の場合と同様である。

平滑コンデンサ2の周囲温度と放熱フィン11の温度との間には相関があり、それにより放熱フィン11の温度より平滑コンデンサ2の周囲温度を推定し、以下前記実施例と同様に平滑コンデンサ2の寿命を判定して表示する。この

場合、寿命推定の精度はやや悪くなるが実用的には問題はないレベルである。また、この実施例によれば平滑コンデンサ2の周囲温度を入力する温度検出素子Ⅱ12は不用となる。

なお、電流検出回路7の電流検出部材7aは、必ずしも半導体スイッチング素子3の直流入力側に設ける必要はなく、第8図に示すように半導体スイッチング素子3の交流出力側に設けてもよい。また、これまで説明してきた計算式は、もっと厳密な計算式によっても良く、或は寿命を推定するのに必要な精度が確保される範囲において簡略化した計算式にしても良い等、要旨を逸脱しない範囲内で種々変形して実施できるものである。また、整流素子温度推定手段23や半導体スイッチング素子温度推定手段24、説明した計算式は半導体素子の構造やプロセス等に依って異なってくる。さらに、実施例では3相インバータ装置について説明したが、単相インバータや多相インバータにも同様に実施することができ、インバータ装置以外の例えば直

流電源装置等にも実施することができる。

[発明の効果]

以上説明したとおり、この発明の請求項1のインバータ装置によれば、表示手段により寿命に達した主回路の部品が表示されるので、整流素子または半導体スイッチング素子がジャンクション温度の上昇、下降による熱疲労により劣化し故障にいたる前に寿命であることが発見でき、当該部品を交換することによりインバータ装置の故障を未然に防ぐことができる。

また、この発明の請求項2のインバータ装置によれば、表示手段により寿命に達した主回路の部品が表示されるので、平滑コンデンサが温度等により劣化し故障にいたる前に寿命であることが発見でき、当該部品を交換することによりインバータ装置の故障を未然に防ぐことができる。

また、この発明の請求項3のインバータ装置によれば、平滑コンデンサが温度等により劣化し故障にいたる前に寿命であることが発見でき

るうえ、温度検出手段が不用になる。

そしてこの発明の請求項4のインバータ装置によれば、停電等があっても、それまでの疲労の度合いにかかるデータが消失することなく保持され、部品の寿命の判定が確かなものになる。

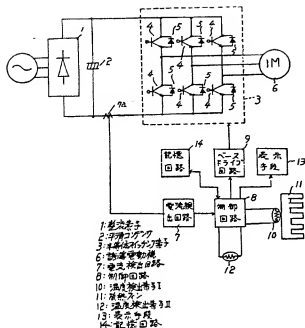
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明によるインバータ装置の一実施例を示す電気回路のブロック構成図、第2図は同じくそのマイコンに内蔵されたプログラムの構成図、第3図は同じく整流素子運転履歴演算手段のフローチャート、第4図は平滑コンデンサ運転履歴演算手段のフローチャート、第5図は整流素子運転履歴演算手段の説明図、第6図は平滑コンデンサ運転履歴演算手段の説明図、第7図はこの発明の他の実施例におけるマイコンに内蔵されたプログラムの構成図、第8図はこの発明の異なる実施例を示す電気回路の構成図である。図において、1は整流素子、2は平滑コンデンサ、3は半導体スイッチング素子、6は誘導電動機、7は電流検出回路、8は

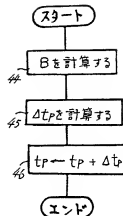
制御回路、10は温度検出素子Ⅰ、11は放熱フィン、12は温度検出素子Ⅱ、13は表示手段、14は記憶回路、20は電流入力手段、21は放熱フィン温度入力手段、22は平滑コンデンサ周囲温度入力手段、23は整流素子温度推定手段、24は半導体スイッチング素子温度推定手段、25は運転履歴記憶手段、26は整流素子運転履歴演算手段、27は半導体スイッチング素子運転履歴演算手段、28は平滑コンデンサ運転履歴演算手段、29は整流素子寿命判定手段、30は半導体スイッチング素子寿命判定手段、31は平滑コンデンサ寿命判定手段である。なお、図中同一符号は、同一又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄 (他2名)

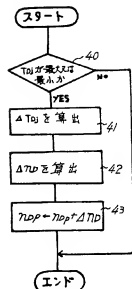
第 1 図



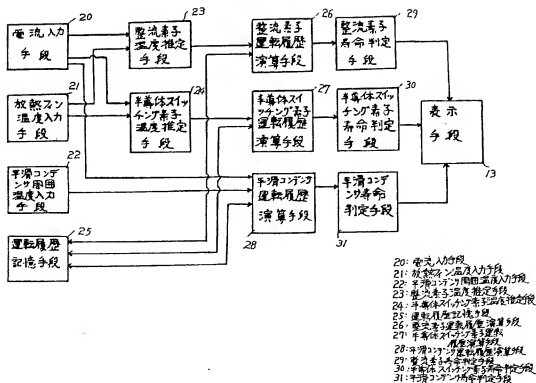
第 4 図



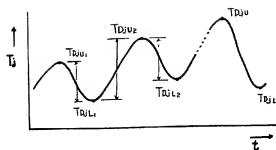
第 3 図



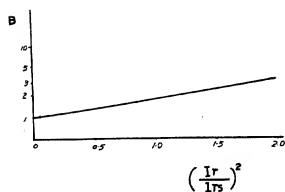
第 2 図



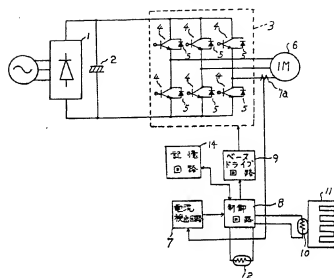
第 5 図



第 6 図



第 8 図



第 7 図

